



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 41 14 304.3-31  
22 Anmeldetag: 2. 5. 91  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 30. 4. 92

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, 8012  
Ottobrunn, DE

72 Erfinder:

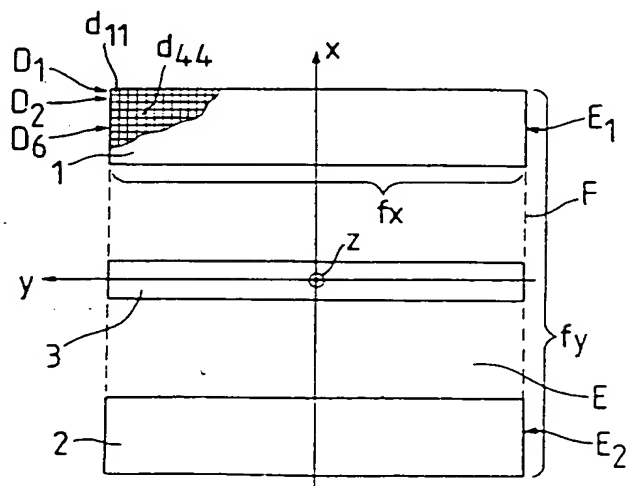
Diehl, Hermann, Dipl.-Math., 8022 Grünwald, DE;  
Müller, Franz, Dipl.-Ing., 8029 Sauerlach, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 29 40 871 C2  
EP 03 26 128 A2

54 Kamera zur Aufnahme von Fernerkundungsdaten

57 Die Erfindung betrifft eine Kamera zur Aufnahme von Fernerkundungsdaten, die zur Mitnahme in einem ein Gelände überfliegenden Kameraträger bestimmt ist. In der Bildebene eines Objektivs sind in zwei streifenförmigen, durch ihre Länge das nutzbare Bildfeld  $F$  bestimmenden Bildebenenbereichen  $E_1$  sowie  $E_2$  Flächendetektoren 1 und 2 angeordnet, welche aus parallelen Detektorzeilen  $D_m$  bestehen. Diese sind für die Bildinformation zuständig. Mit Abstand zu diesen beiden Flächendetektoren ist mindestens ein weiterer Flächendetektor 3 vorhanden, der zu Zwecken des Folgebildanschlusses benötigt wird. Es können auch mehrere, vorzugsweise zwei, weitere Flächendetektoren vorhanden sein. Für die Aufnahme besonders breiter Geländestreifen kann eine Mehrfachoptik verwendet werden, wobei in den optisch sich überdeckenden einzelnen Bildebenen Flächendetektoren mit Abstand zueinander so angeordnet sind, daß sie bei Überlagerung der Bildebenen die beiden streifenförmigen Bildebenenbereiche  $E_1$  und  $E_2$  lückenlos überdecken.



Die Erfindung betrifft eine Kamera zur Aufnahme von Fernerkundungsdaten gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine solche gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 2.

Eine derartige Kamera der zuerst genannten Version ist aus der EP-A2-03 26 128 bekannt. Dort ist in Fig. 3 eine Anordnung von Flächen- und Zeilendetektoren in der Bildebene eines Objektivs einer Kamera zur Fernerkundung der Erde abgebildet. Die Detektoren bestehen aus einzelnen, opto-elektronischen Detektorelementen. Drei mit Abstand zueinander parallel angeordnete Zeilendetektoren bestimmen durch ihre Länge die Breite des nutzbaren Bildfeldes. Sie dienen dazu, das überflogene Gelände in Form dreier Bildzeilenverbände unterschiedlicher Perspektive aufzunehmen. Hieraus lassen sich durch geeignete mathematische Auswertungsverfahren eindeutige Informationen über die dreidimensionale Struktur der Geländeoberfläche gewinnen. Fünf zwischen den Zeilendetektoren und vorzugsweise an den Rändern des nutzbaren Bildfeldes angeordnete Flächendetektoren werden in bestimmten Zeitabständen gleichzeitig belichtet. Dabei darf sich der Kameraträger zwischen zwei aufeinanderfolgenden Belichtungen nur so weit fortbewegen, daß die Flächendetektoren jeweils noch teilweise gemeinsame Geländeausschnitte erfassen. Durch Auswahl von fünf Bildpunkten in diesen gemeinsamen Geländeausschnitten wird es mit Hilfe bekannter photogrammetrischer Berechnungsverfahren möglich, die aufeinanderfolgenden Einzelaufnahmen aneinander zu orientieren, d. h. Position und Winkellage des Kameraträgers in jedem Aufnahmezeitpunkt relativ zum jeweils vorhergehenden Aufnahmezeitpunkt zu bestimmen.

Die eigentliche, lückenlose Bildinformation des überflogenen Geländes kann jedoch nur mit Hilfe der Zeilendetektoren gewonnen werden, die zwischen zwei flächenhaften Einzelaufnahmen jeweils eine große, bei Verwendung von CCD-Detektorelementen von der jeweiligen Integrationszeit abhängige Anzahl dicht aufeinanderfolgender Bildzeilen liefern. Die zunächst unbekannte Eigenbewegung des Kameraträgers bringt es jedoch mit sich, daß die gegenseitige Orientierung der Zeilenbilder exakt nicht bekannt ist. Jede einzelne Bildzeile muß daher relativ zu der vorhergehenden durch aufwendige Korrelations- und Interpolationsverfahren orientiert werden. Dieser sogenannte Folgebildanschluß ist für eine reine Dreizeilenkamera beispielsweise aus der DE-C2-29 40 871 bekannt. Dabei ist die photogrammetrische Auswertung ohne Zusatzdaten nicht so stabil wie im Fall von Flächenaufnahmen. Das bewirkt unter Umständen geringere Genauigkeiten und höheren Rechenaufwand.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Kamera der eingangs genannten Art bereitzustellen, die bei möglichst wenig Rechenaufwand eine möglichst genaue dreidimensionale Objektrekonstruktion liefert.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 genannten Merkmale gelöst.

Im Patentanspruch 2 ist eine weitere Lösungsmöglichkeit angegeben, die sich auf den Fall bezieht, daß eine möglichst große Breite des nutzbaren Bildfeldes angestrebt ist. Bekanntlich ist es dann nicht mehr möglich, mit geschlossenen Zeilen- bzw. Flächendetektoren auszukommen, da diese nur mit einer begrenzten Anzahl von einzelnen Detektorelementen wirtschaftlich

herstellbar sind. Es ist daher bereits vorgeschlagen worden, Mehrfachoptiken zu verwenden und in den Bildebenen der einzelnen Objektive, die jeweils denselben Geländeausschnitt erfassen, einzelne Zeilen- bzw. Flächendetektoren mosaikartig gegeneinander versetzt derart anzuordnen, daß das gesamte Bildfeld lückenlos erfaßt wird (siehe beispielsweise die EP-A2-03 26 128, Spalte 2 unten sowie Spalte 3 oben). Patentanspruch 2 betrifft die Ausweitung des Erfindungsgedankens auf Kameras mit derartigen Mehrfachoptiken und mosaikartig verschachtelten Einzeldetektoren.

Der Gegenstand des Patentanspruchs 1 unterscheidet sich von der aus Fig. 3 der EP-A2-03 26 128 bekannten Detektoranordnung in der Bildebene eines einzigen Objektivs dadurch, daß anstelle der dort erforderlichen drei Zeilendetektoren nunmehr zwei Flächendetektoren zu verwenden sind, die zwei streifenförmige Bildebenenbereiche überdecken. Diese streifenförmigen Bildebenenbereiche sind im wesentlichen gleich lang und in etwa quer zu ihrer Längserstreckung mit Abstand zueinander, d. h. in Flugrichtung mit Abstand hintereinander, angeordnet. Die beiden Flächendetektoren bestehen aus einzelnen, einander benachbarten, parallelen Detektorzeilen, welche die eigentliche Bildinformation liefern. Hier wird also von dem Prinzip der zeilenförmigen Einzelaufnahmen abgegangen, welches wie oben erläutert den Nachteil mit sich bringt, daß die gegenseitige Orientierung der einzelnen Bildzeilen zunächst nicht bekannt ist. Im Gegensatz dazu ist die Orientierung sämtlicher Bildzeilen, die von den Detektorzeilen der beiden genannten Flächendetektoren geliefert werden, jeweils dieselbe und braucht daher auch nur einmal bestimmt zu werden. Je mehr Detektorzeilen die beiden Flächendetektoren daher aufweisen, um so geringer ist der Aufwand zur Berechnung der gegenseitigen Zeilenorientierung. Anstelle einer kontinuierlichen Folge von Zeilenaufnahmen werden — in Abhängigkeit von der Anzahl der den beiden Flächendetektoren jeweils angehörigen Detektorzeilen — nunmehr in relativ größeren Zeitabständen quasi flächenhafte Aufnahmen erzeugt, und es ist lediglich noch erforderlich, diese im Verhältnis zueinander zu orientieren.

Die beiden Flächendetektoren, die mit Abstand zueinander jeweils streifenförmige Bildebenenbereiche in der Bildebene eines einzigen Objektivs bedecken, bilden im Laufe des Überfliegens das Gelände aus zwei verschiedenen Perspektiven ab, so daß eine Stereodarstellung möglich wird. Dem Folgebildanschluß sowie der gegenseitigen Orientierung dient mindestens ein weiterer Flächendetektor, der in der Bildebene des Objektivs mit Abstand zu den beiden vorgenannten Flächendetektoren bzw. streifenförmigen Bildebenenbereichen angeordnet ist. Dieser eine weitere Flächendetektor kann sich, wie in Unteranspruch 5 angegeben, nahezu über die gesamte Breite des nutzbaren Bildfeldes erstrecken, welche durch die Länge der beiden erstgenannten Flächendetektoren bestimmt ist. Die Verwendung eines einzigen derartigen weiteren Flächendetektors ist zwar eine Möglichkeit, stellt jedoch nicht die günstigste Ausführungsform dar, da die gesamte Breite für den Auswertungsprozeß gar nicht benötigt wird. Daher ist in Unteranspruch 6 als günstigere Möglichkeit vorgeschlagen, zwei weitere, mit Abstand zueinander angeordnete Flächendetektoren zu verwenden, die gemäß Unteranspruch 7 beispielsweise an einander gegenüberliegenden Rändern des nutzbaren Bildfeldes angeordnet sein können und insgesamt eine wesentlich geringere Detektorfläche benötigen als im Falle eines einzigen, sich über

die gesamte Breite des nutzbaren Bildfeldes erstrecken-  
den weiteren Flächendetektors.

Zweckmäßigerweise werden der oder die weiteren  
Flächendetektoren zwischen den beiden streifenförmigen  
Bildebenenbereichen mit den diese bedeckenden  
beiden Flächendetektoren angeordnet, so daß letztere  
an den bezüglich der Flugrichtung vorderen und hinteren  
Rändern der Bildebene zu liegen kommen, wobei  
die Länge (in Flugrichtung) des nutzbaren Bildfeldes  
durch deren Abstand bestimmt ist. Je nach Beschaffen-  
heit des zu überfliegenden Geländes kann es ungünstig  
sein, wenn die beiden streifenförmigen Bildebenenbe-  
reiche und die zugehörigen, sich im wesentlichen quer  
zur Flugrichtung erstreckenden Flächendetektoren,  
welche die eigentliche Bildinformation liefern, zu nahe  
beieinanderliegen, da der Konvergenzwinkel dann zu  
klein wird und sich damit zu große Ungenauigkeiten bei  
der Höhenbestimmung der Geländepunkte ergeben  
können. Daher ist es zweckmäßig, die beiden Flächen-  
detektoren an den vorderen und hinteren Bildebenen-  
rändern und die zum Folgebildanschluß benötigten wei-  
teren Flächendetektoren dazwischen anzuordnen, und  
zwar möglichst an den seitlichen Bildebenenrändern.

Gemäß der in Patentanspruch 2 gegebenen Lösungs-  
möglichkeit für Kameras mit Mehrfachoptiken ist vor-  
gesehen, die Flächendetektoren in den aufgrund der An-  
wendung der Mehrfachoptik sich ergebenden verschie-  
denen Bildebenen so anzuordnen, daß bei Überlagerung  
dieser Bildebenen zwei streifenförmige Bildebenenbe-  
reiche, zwischen denen ein Abstand vorgesehen ist, lük-  
kenlos und in abwechselnder Weise von Flächendetek-  
toren der einzelnen Bildebenen abgedeckt sind. In den  
einzelnen Bildebenen ergeben sich damit Lücken zwi-  
schen den dort befindlichen Flächendetektoren. Weiter-  
hin ist in mindestens zwei der einzelnen Bildebenen je  
ein weiterer Flächendetektor mit Abstand zu den bei-  
den streifenförmigen Bildebenenbereichen angeordnet.  
Durch die Länge dieser im wesentlichen gleich langen  
Bildebenenbereiche ist auch hier die Breite des nutzba-  
ren Bildfeldes bestimmt.

Im folgenden sind Ausführungsformen der Erfindung  
anhand der Abbildungen näher erläutert. Es zeigen in  
schematischer Weise:

Fig. 1 zwei jeweils in streifenförmigen Bildebenenbe-  
reichen in der Bildebene eines Objektivs angeordnete  
Flächendetektoren sowie einen dazwischenliegenden  
weiteren Flächendetektor,

Fig. 2 eine abgewandelte Version gemäß Fig. 1 mit  
zwei weiteren Flächendetektoren,

Fig. 3 eine im Falle zweier separater Bildebenen bei  
deren Überlagerung entstehende lückenlose Aufeinan-  
derfolge von Flächendetektoren in zwei streifenförmigen  
Bildebenenbereichen mit zwei weiteren Flächende-  
tektoren,

Fig. 4 die beiden separaten Bildebenen gemäß Fig. 3  
in getrennter Darstellung mit den in ihnen befindlichen  
Flächendetektoren,

Fig. 5 eine im Falle dreier separater Bildebenen bei  
deren Überlagerung entstehende lückenlose Anord-  
nung einzelner Flächendetektoren mit zwei weiteren  
Flächendetektoren,

Fig. 6 die drei separaten Bildebenen gemäß Fig. 5 in  
getrennter Darstellung mit den in diesen befindlichen  
Flächendetektoren,

Fig. 7 eine Kamera mit einem Objektiv und einer  
Bildebene über einem Gelände,

Fig. 8 eine Kamera mit einem Objektiv, einem Strahl-  
enteiler sowie zwei separaten Bildebenen.

In Fig. 7 ist schematisch eine Kamera K über einem  
Gelände dargestellt, welche mittels eines Objektivs O  
einen Geländeausschnitt G in ihrer Bildebene E abbil-  
det. Die Kamera K wird von einem nicht dargestellten  
Kameraträger, beispielsweise einem Flugzeug oder einem  
Satelliten, mitgeführt, um Geländeaufnahmen zu  
machen. Bei horizontalem Geradeausflug ist die opti-  
sche Achse OA der Kamera K senkrecht nach unten  
gerichtet. Das kameraeigene Koordinatensystem  $x, y, z$   
möge so orientiert sein, daß die  $x$ -Achse als Rollachse in  
die Flugrichtung zeigt, die  $z$ -Achse als Gierachse mit der  
optischen Achse OA zusammenfällt und die  $y$ -Achse als  
Nickachse zusammen mit der  $x$ -Achse in der Bildebene  
E liegt. In Fig. 7 sind drei Strahlengänge angedeutet,  
welche zu Flächendetektoren 1, 3 sowie 2 führen, deren  
Aufbau und Anordnung in der Bildebene E in Fig. 1  
näher wiedergegeben ist.

Fig. 1 zeigt die Bildebene E vom Objektiv O aus in  
Richtung der optischen Achse OA gesehen. An den be-  
züglich der Flugrichtung, welche mit der Richtung der  
positiven  $x$ -Achse übereinstimmen möge, vorderen und  
hinteren Rändern der Bildebene E sind zwei streifenförmige  
Bildebenenbereiche  $E_1$  und  $E_2$  definiert, welche  
vollständig mit Flächendetektoren 1 und 2 abgedeckt  
sind. Diese Flächendetektoren 1 und 2 sind aus opto-  
elektronischen Detektorelementen  $d_{nm}$  ( $1 \leq n \leq N$ ,  $1 \leq m \leq M$ ) aufgebaut, welche in parallelen, direkt einan-  
der benachbarten Detektorzeilen  $D_n$  angeordnet sind,  
wie in einem Eckbereich des Flächendetektors 1 in  
Fig. 1 näher dargestellt. Die beiden Flächendetektoren  
1 und 2 verlaufen vorzugsweise parallel zueinander, wo-  
bei ein Abstand zwischen ihnen erforderlich ist. Dieser  
Abstand ist vor allem durch den gewünschten Konvergenz-  
winkel gegeben, da die beiden Flächendetektoren 1  
und 2 das Gelände mit unterschiedlicher Perspektive  
sehen, nämlich im Falle des Flächendetektors 1 rück-  
schauend und im Falle des Flächendetektors 2 vorwärts-  
schauend. Der Konvergenzwinkel sollte nicht zu klein  
sein, da sonst Ungenauigkeiten in der Bestimmung der  
Höhenkoordinaten der Geländepunkte auftreten könn-  
en. Durch die angegebene Anordnung der beiden Fläch-  
endetektoren 1 und 2 ist das nutzbare Bildfeld F ge-  
geben, dessen Breite  $f_x$  gleich der Länge der beiden hinter-  
einander angeordneten Flächendetektoren 1 und 2, und  
dessen Länge (in Flugrichtung)  $f_y$  gleich der Summe aus  
dem Abstand der beiden Flächendetektoren 1 und 2 und  
deren Breiten ist.

Innerhalb der streifenförmigen Bildebenenbereiche  
 $E_1$  und  $E_2$  werden auf den diese bedeckenden Flächen-  
detektoren 1 und 2 jeweils gleichzeitig entsprechende  
Geländestreifen abgebildet. Die Bilder dieser Gelände-  
streifen werden aufgrund der Detektorstruktur in Form  
einer Vielzahl gleichzeitig aufgenommener, paralleler  
Zeilenbilder registriert, welche wiederum aus einer  
Vielzahl benachbarter, den einzelnen opto-elektronischen  
Detektorelementen zugeordneter Bildpunkte be-  
stehen. Es genügt somit, flächenhafte Aufnahmen in ge-  
wissen Zeitabständen durchzuführen, die gerade so be-  
messen sind, daß die beispielsweise mit dem Flächende-  
tektor 1 bei zwei aufeinanderfolgenden Aufnahmezeit-  
punkten aufgenommenen Geländestreifen lückenlos an-  
einandergrenzen bzw. sich (in Flugrichtung) geringfügig  
überlappen.

Die Anzahl  $N$  der Detektorzeilen  $D_n$  innerhalb eines  
Flächendetektors 1 bzw. 2 muß auf jeden Fall  $N \geq 2$   
sein, denn damit wird das bei der Dreizeilenkamera  
herrschende Prinzip verlassen, wonach in jedem Auf-  
nahmezeitpunkt jeder der drei Blickrichtungen unter-

schiedlicher Perspektive, aber nur eine Bildzeile zugeordnet ist. Im vorliegenden Falle ist der Übergang zur flächenhaften Aufnahme pro Aufnahmezeitpunkt im Prinzip bereits für  $N = 2$  vollzogen, da dann je perspektivischer Blickrichtung bereits zwei parallele, benachbarte Bildzeilen zum selben Aufnahmezeitpunkt vorliegen. In der Praxis wird ein Flächendetektor 1 bzw. 2 jedoch weit mehr als zwei Detektorzeilen  $D_n$  enthalten, da der Vorteil des neuen Prinzips dann besser ausgenutzt werden kann.

Zwischen den beiden Flächendetektoren 1 und 2 ist in der Ausführungsform gemäß Fig. 1 ein weiterer Flächendetektor 3 angeordnet, der sich über die gesamte Breite des Bildfeldes  $F$  erstreckt. Dieser besteht ebenfalls aus mehreren parallelen Detektorzeilen und dient dazu, den Folgebildanschluß zu ermöglichen.

Gemäß Fig. 2 sind zwischen den beiden Flächendetektoren 1 und 2 zwei weitere Flächendetektoren 4 und 5 vorgesehen, die jeweils nur einen Bruchteil der Breite des Bildfeldes  $F$  einnehmen und sich zweckmäßig an dessen seitlichen Rändern befinden. Diese Ausführungsform ist in der Praxis bevorzugt. Es ist jedoch nicht unbedingt erforderlich, daß die beiden weiteren Flächendetektoren 4 und 5 sich genau an der Rändern des Bildfeldes  $F$  befinden oder bezüglich der  $x$ -Koordinate auf gleicher Höhe liegen. Es ist sogar möglich, einen oder beide dieser weiteren Flächendetektoren 4 und 5 nicht zwischen den beiden Flächendetektoren 1 und 2 anzuordnen, wobei allerdings Voraussetzung ist, daß zumindest einer dieser beiden zuletzt genannten Flächendetektoren nicht am vorderen oder hinteren Rand des Bildfeldes  $F$  angeordnet ist.

Für den Folgebildanschluß mittels bekannter Korrelations- sowie photogrammetrischer Verfahren sind fünf oder sechs Bildpunkte auszuwählen. Dies kann z. B. wie in Fig. 2 durch Kreuze angedeutet geschehen.

Bisher wurde davon ausgegangen, daß die Flächendetektoren 1 und 2 in geschlossener Form, d. h. einstückig herstellbar sind. Dies gilt jedoch nur bis zu gewissen Grenzen, d. h. derzeit bis zu etwa 4096 Detektorelementen pro Detektorzeile. Soll ein breiteres Bildfeld abgedeckt werden, so könnte dies durch Aneinanderreihung separater Flächendetektoren erreicht werden, jedoch würden sich dabei an den Stellen, wo letztere aneinanderstoßen, stets Lücken ergeben. Es ist daher bereits vorgeschlagen worden, Mehrfachoptiken zu verwenden und so zu justieren, daß in ihren Bildebenen bezüglich der optischen Achsen bzw. der jeweiligen Bildkoordinatensysteme in identischer Lage, d. h. deckungsgleich, derselbe Geländeausschnitt zur Abbildung kommt. Dann können in den unterschiedlichen Bildebenen separate Flächendetektoren mit Abstand zueinander so angeordnet werden, daß bei der Überlagerung der gewünschte Bildebenenbereich in abwechselnder Weise lückenlos von ihnen abgedeckt wird. Die Mehrfachoptik kann entweder durch parallele Einzelobjektive oder auch durch Einschaltung von Strahlenteilersystemen, beispielsweise halbdurchlässigen Spiegeln, verwirklicht sein.

Eine mögliche Version der Anwendung einer Zweifachoptik ist schematisch in Fig. 8 dargestellt. Hinter dem einzigen Objektiv  $O$  ist im Strahlengang ein unter  $45^\circ$  gegenüber der optischen Achse  $OA$  geneigter, halbdurchlässiger Spiegel  $S$  angeordnet, woraus zwei um  $90^\circ$  gegeneinander gedrehte Bildebenen resultieren. In beiden Bildebenen sind zwei streifenförmige Bildebenenbereiche  $E_3$  und  $E_4$  definiert, die sich hinsichtlich der auf ihnen abgebildeten Objekt- bzw. Geländestreifen

optisch jeweils deckungsgleich überlagern. Wie in den insgesamt vier streifenförmigen Bildebenenbereichen (zweimal  $E_3$  und zweimal  $E_4$ ) separate Flächendetektoren angeordnet sein können, um eine lückenlose Abdeckung bei Überlagerung zu gewährleisten, kann den Fig. 3 und 4 entnommen werden.

Demnach sind in der einen, in Fig. 8 mit EA bezeichneten Bildebene beispielsweise quadratische Flächendetektoren 11, 12, 13 usw. so angeordnet, wie in Fig. 4 wiedergegeben. Entsprechendes gilt für die in der mit EB bezeichneten zweiten Bildebene angeordneten Flächendetektoren 21, 22, 23 usw. In jeder der beiden Bildebenen ist in der Mitte zwischen den beiden jeweiligen streifenförmigen Bildebenenbereichen  $E_3$  und  $E_4$  jeweils an einem der beiden seitlichen Ränder des nutzbaren Bildfeldes  $F$  ein weiterer Flächendetektor 10 bzw. 20 angeordnet. Die im Ausführungsbeispiel quadratischen Flächendetektoren haben jeweils die Breite  $b$ , wobei aufgrund der quadratischen Dimensionierung ihr gegenseitiger Abstand  $\Delta a$  ebenfalls gleich  $b$  ist. Grundsätzlich sind bei der Anordnung gemäß Fig. 3 die Abstände zwischen den separaten Flächendetektoren in der einen Bildebene gleich der Breite der separaten Flächendetektoren in der anderen Bildebene und umgekehrt.

Fig. 5 zeigt eine mögliche Anordnung separater Flächendetektoren bei Verwendung einer Dreifachoptik in optischer Überlagerung, Fig. 6 in separater Darstellung die einzelnen Bildebenen EA, EB sowie EC. In der Überlagerung ergeben sich zwei Reihen  $R_1$  und  $R_2$  von Flächendetektoren in zwei streifenförmigen Bildebenenbereichen  $E_5$  und  $E_6$ , welche von den Flächendetektoren jeweils lückenlos abgedeckt sind. Aus Fig. 5 wird deutlich, daß die in der Bildebene EA angeordneten Flächendetektoren 31, 32, 33 und 34 jeweils einen Abstand  $\Delta a$  voneinander haben, welcher durch die Summe der Breiten der in den Bildebenen EB und EC jeweils mit Abstand zueinander angeordneten Flächendetektoren, beispielsweise 41 und 51, gegeben ist. Entsprechendes gilt für die Abstände und Breiten der anderen Flächendetektoren. Im vorliegenden Falle sind quadratische Flächendetektoren gewählt, deren Breiten  $a$ ,  $b$  und  $c$  gleich sind. Es können jedoch auch ohne weiteres rechteckige Flächendetektoren gewählt werden, deren Breiten unterschiedlich sind. Wie aus Fig. 6 hervorgeht, ist in der Bildebene EA noch ein weiterer Flächendetektor 30 am rechten Rand des nutzbaren Bildfeldes  $F$  und in der Bildebene EB ein weiterer Flächendetektor 40 am linken Rand des nutzbaren Bildfeldes  $F$  angeordnet.

Werden in den sich überlagernden Bildebenenbereichen  $E_3$  etwa der Fig. 4 insgesamt beispielsweise 23 quadratische Flächendetektoren mit je  $1000 \times 1000$  Detektorelementen angeordnet, so läßt sich damit ein nutzbares Bildfeld überstreichen, welches dem Bildformat einer konventionellen Luftbildkamera von ca.  $23 \times 23 \text{ cm}^2$  entspricht. Dies gelingt mit einer vertretbaren Anzahl von Einzeldetektoren sowie vertretbarem, dadurch bedingtem Justier- und Kalibrierungsaufwand.

#### Patentansprüche

1. Kamera zur Aufnahme von Fernerkundungsdaten, die zur Mitnahme in einem ein Gelände überfliegenden Kameraträger bestimmt ist, mit einem einen Geländebereich (G) in seiner Bildebene abbildenden Objektiv (O) und mindestens drei in der Bildebene befindlichen Flächendetektoren (1, 2, 3), die aus einzelnen, in parallelen Detektorzeilen ( $D_m$ )

- angeordneten, opto-elektronischen Detektorelementen ( $d_{mn}$ ) aufgebaut sind, dadurch gekennzeichnet, daß in der Bildebene zwei streifenförmige, im wesentlichen gleich lange, durch ihre Länge die Breite ( $f_x$ ) des nutzbaren Bildfeldes (F) bestimmende und in etwa quer zu ihrer Längserstreckung mit Abstand zueinander angeordnete Bildebenenbereiche ( $E_1$ ,  $E_2$ ) von je einem der Flächendetektoren (1, 2) überdeckt sind, und daß mindestens ein weiterer Flächendetektor (3; 4, 5) mit Abstand zu den beiden streifenförmigen Bildebenenbereichen ( $E_1$ ,  $E_2$ ) angeordnet ist.
2. Kamera zur Aufnahme von Fernerkundungsdaten, die zur Mitnahme in einem ein Gelände überfliegenden Kameraträger bestimmt ist, mit mindestens zwei, nach Einbau und Justierung in dem Kameraträger jeweils denselben Geländebereich in ihrer Bildebene abbildenden Objektiven und in den einzelnen Bildebenen angeordneten, aus opto-elektronischen Detektorelementen aufgebauten Flächendetektoren, dadurch gekennzeichnet, daß die Flächendetektoren (11, 21, usw.) jeweils so angeordnet sind, daß bei Überlagerung der einzelnen Bildebenen (EA, EB) zwei mit Abstand zueinander befindliche, streifenförmige Bildebenenbereiche ( $E_3$ ,  $E_4$ ) lückenlos und in abwechselnder Weise von Flächendetektoren (11, 21, usw.) der einzelnen Bildebenen abgedeckt sind, und daß in mindestens zwei der einzelnen Bildebenen (EA, EB) je ein weiterer Flächendetektor (10, 20) mit Abstand zu den beiden streifenförmigen Bildebenenbereichen ( $E_3$ ,  $E_4$ ) angeordnet ist, wobei letztere im wesentlichen gleich lang sind und durch diese Länge die Breite ( $f_x$ ) des den Bildebenen gemeinsamen, nutzbaren Bildfeldes (F) bestimmt ist.
3. Kamera nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Objektive vorhanden sind und in den beiden streifenförmigen Bildebenenbereichen ( $E_3$ ,  $E_4$ ) jeder der beiden zugehörigen Bildebenen (EA; EB) Flächendetektoren (11, 12, usw.) in regelmäßigen, durch die Breite (b) der Flächendetektoren (21, 22, usw.) in den streifenförmigen Bildebenenbereichen der jeweils anderen Bildebene (EB) gegebenen Abständen ( $\Delta a$ ) angeordnet sind.
4. Kamera nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß drei Objektive vorhanden sind, in den beiden streifenförmigen Bildebenenbereichen ( $E_5$ ,  $E_6$ ) jeder der drei zugehörigen Bildebenen (EA, EB, EC) Flächendetektoren (31, 41, 51, usw.) in einer Reihe oder in mindestens zwei parallelen, unmittelbar aneinandergrenzenden Reihen ( $R_1$ ,  $R_2$ ) in regelmäßigen, durch die Summe (b + c) der Breiten der Flächendetektoren in den streifenförmigen Bildebenenbereichen der jeweils anderen beiden Bildebenen gegebenen Abständen ( $\Delta a$ ) angeordnet sind und die Flächendetektoren (61) einer Reihe ( $R_2$ ) gegenüber denen (31, 32) einer direkt angrenzenden Reihe ( $R_1$ ) um mehr als die eigene Breite (a) derart versetzt sind, daß sie sich nicht gegenseitig berühren.
5. Kamera nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nur ein weiterer Flächendetektor (3) vorhanden ist, der sich nahezu über die gesamte Breite ( $f_x$ ) des nutzbaren Bildfeldes (F) erstreckt.
6. Kamera nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwei mit Abstand zueinander angeordnete weitere Flächendetektoren (4, 5) vorhanden sind.

7. Kamera nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden weiteren Flächendetektoren (4, 5) an einander gegenüberliegenden Rändern des nutzbaren Bildfeldes (F) angeordnet sind.

8. Kamera nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die weiteren Flächendetektoren (3; 4, 5; 10, 20; 30, 40) zwischen den beiden streifenförmigen Bildebenenbereichen ( $E_1$ ,  $E_2$ ;  $E_3$ ,  $E_4$ ;  $E_5$ ,  $E_6$ ) angeordnet sind und somit die Länge ( $f_y$ ) des nutzbaren Bildfeldes (F) durch den Abstand der beiden streifenförmigen Bildebenenbereiche bestimmt ist.

9. Kamera nach einem der Ansprüche 2 bis 4 sowie 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Objektiv (O) vorhanden ist und mindestens eines der übrigen Objektive jeweils durch ein Strahlenteilersystem (S) im Strahlengang eines vorhandenen Objektivs ersetzt ist.

10. Kamera nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlenteilersysteme halbdurchlässige Spiegel (S) sind.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 3

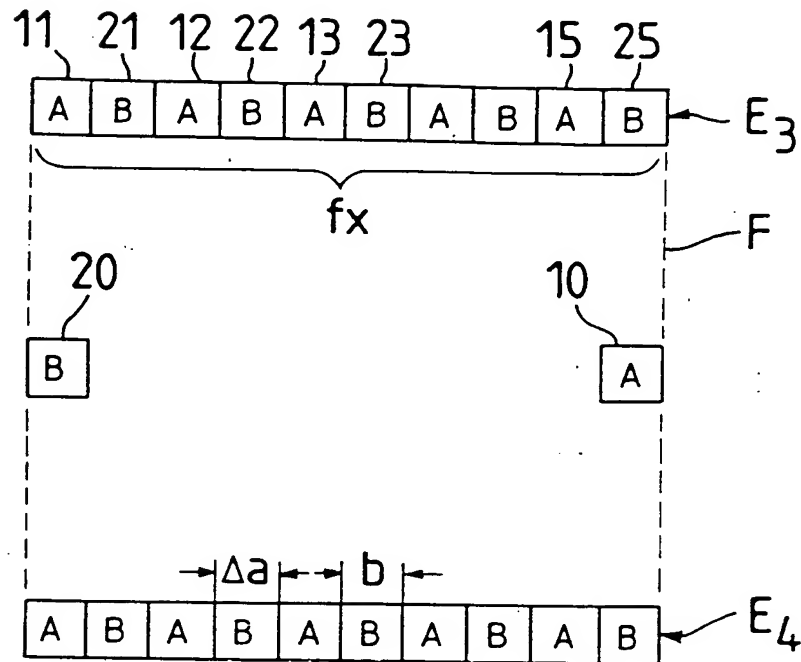
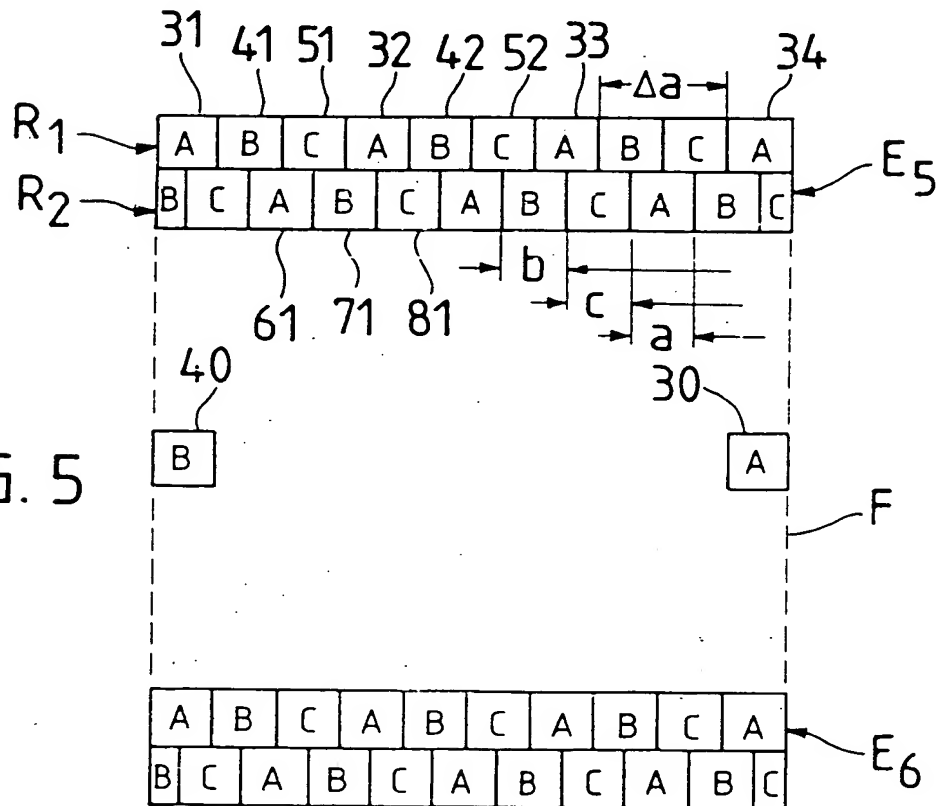


FIG. 5



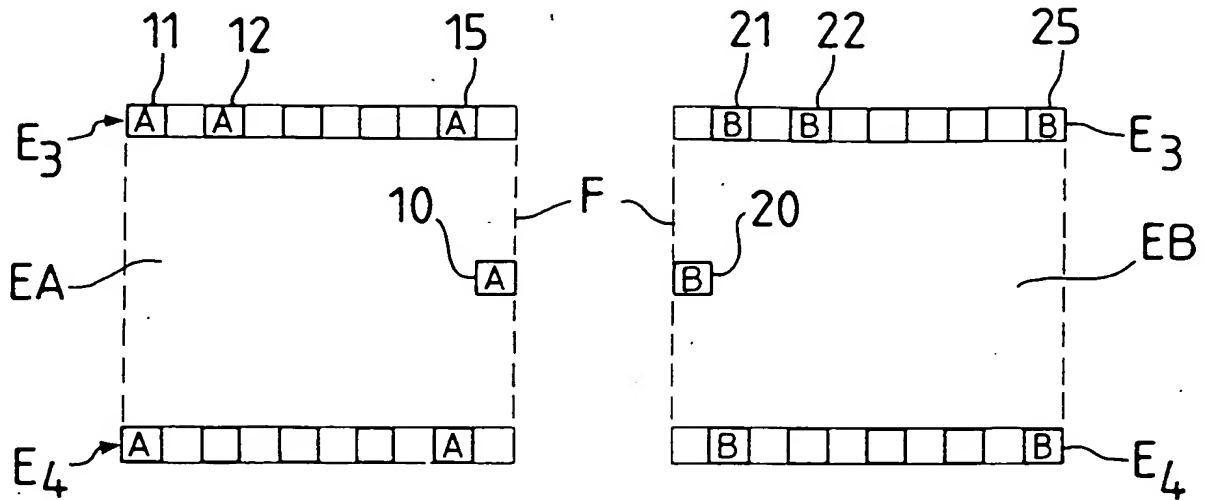


FIG. 4

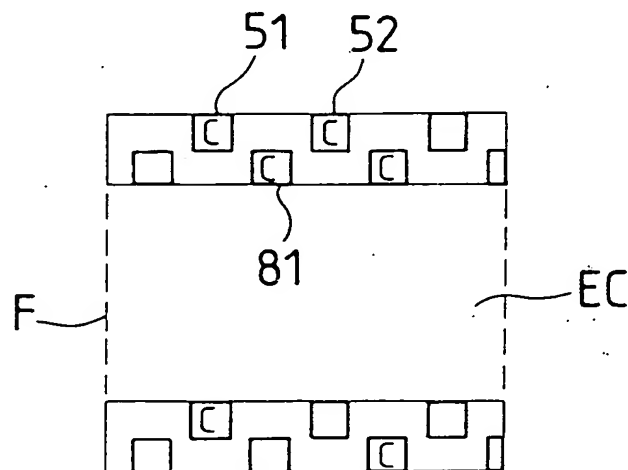
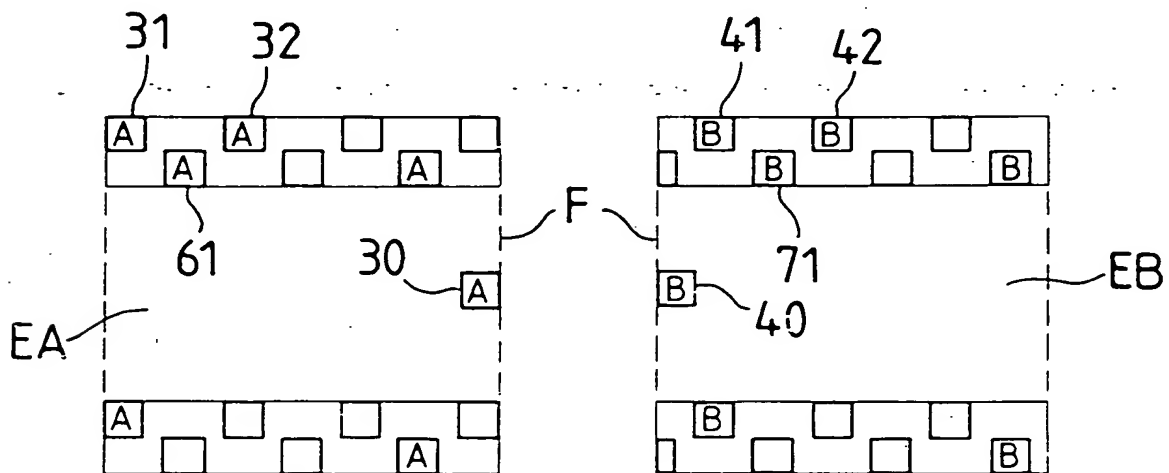


FIG. 6

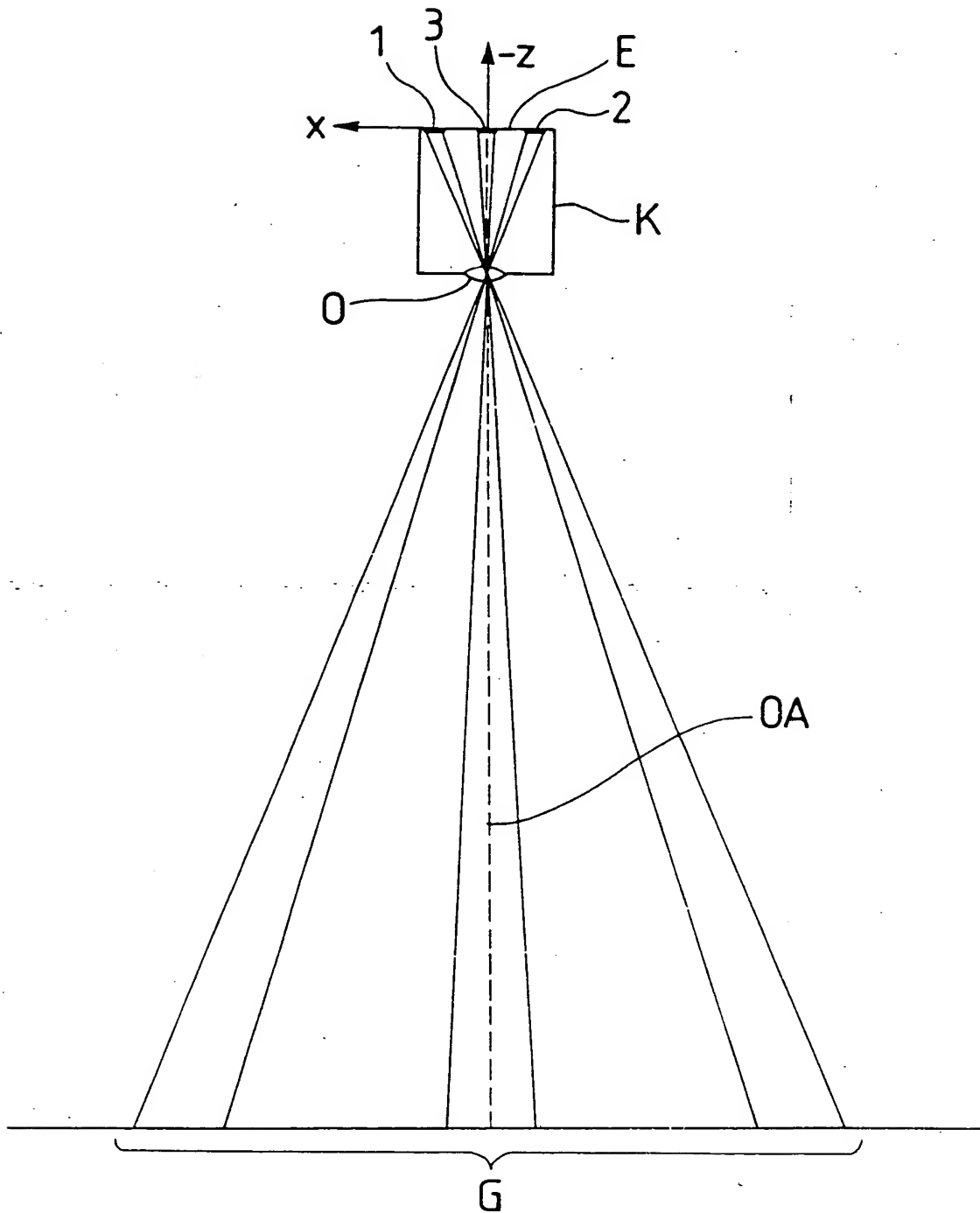


FIG. 7



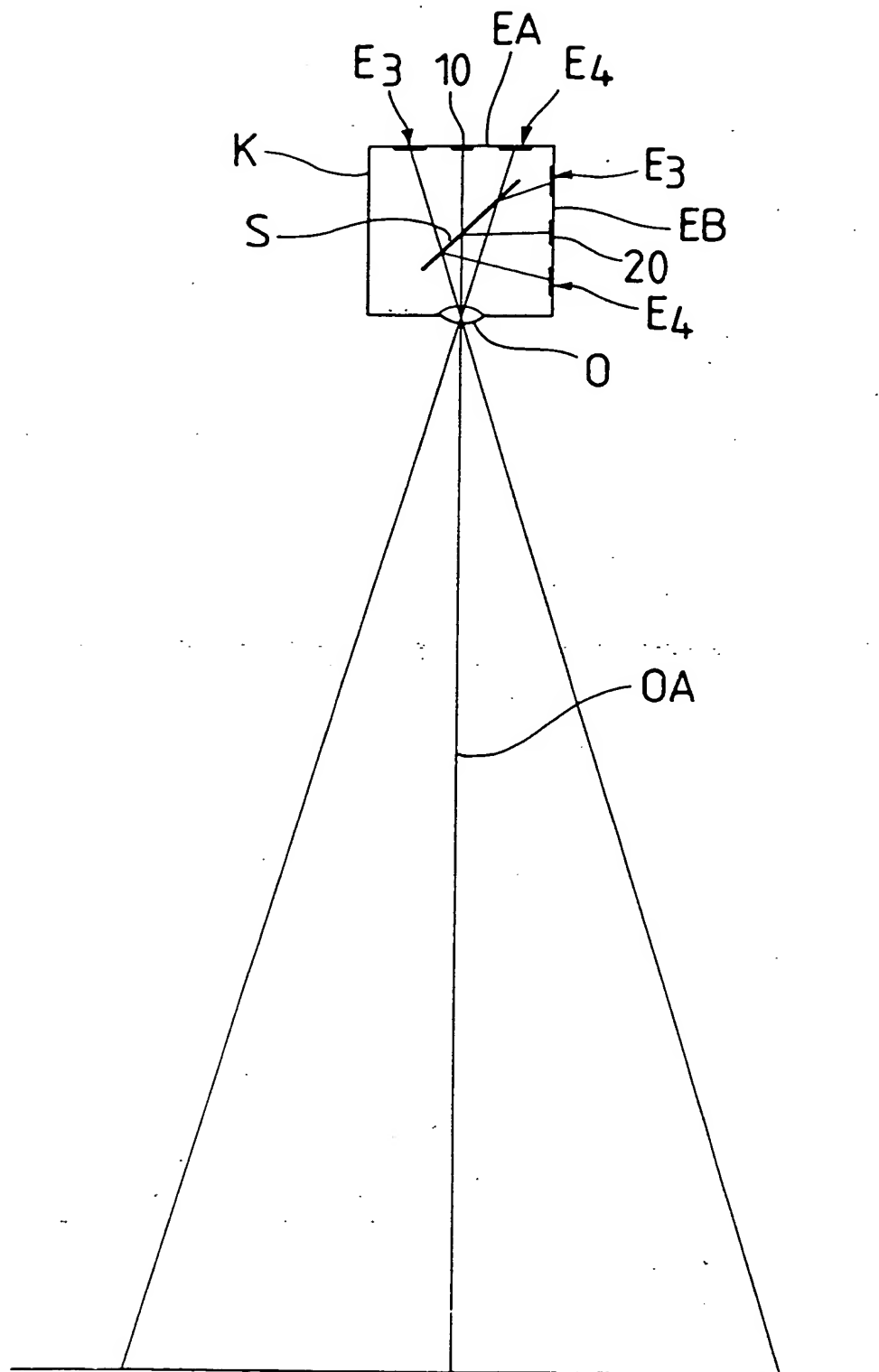


FIG. 8

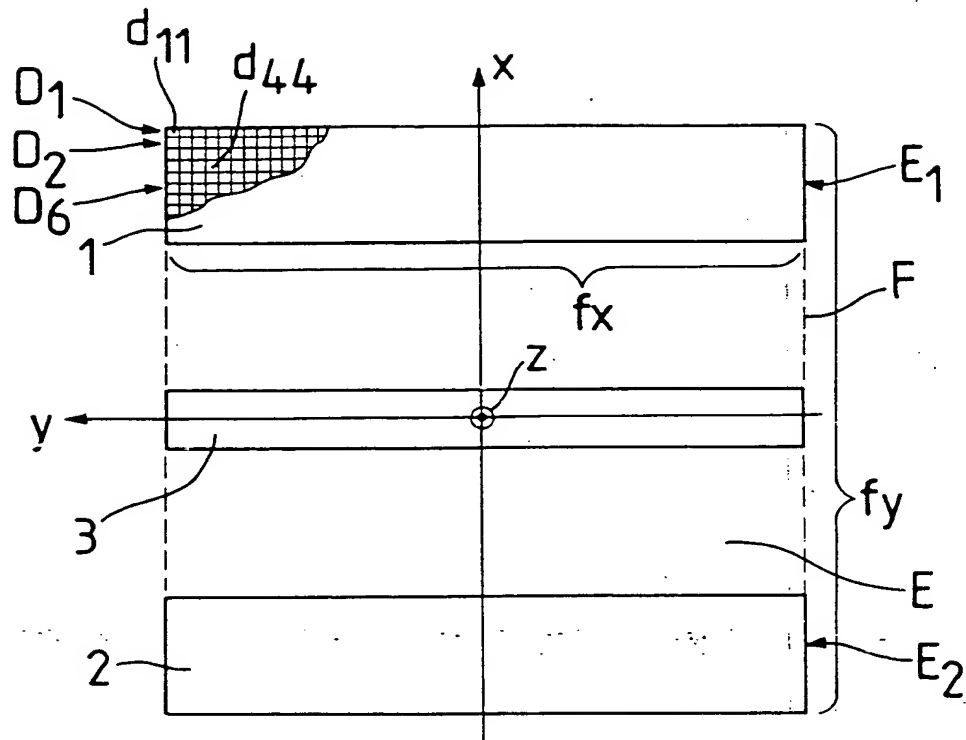


FIG. 1

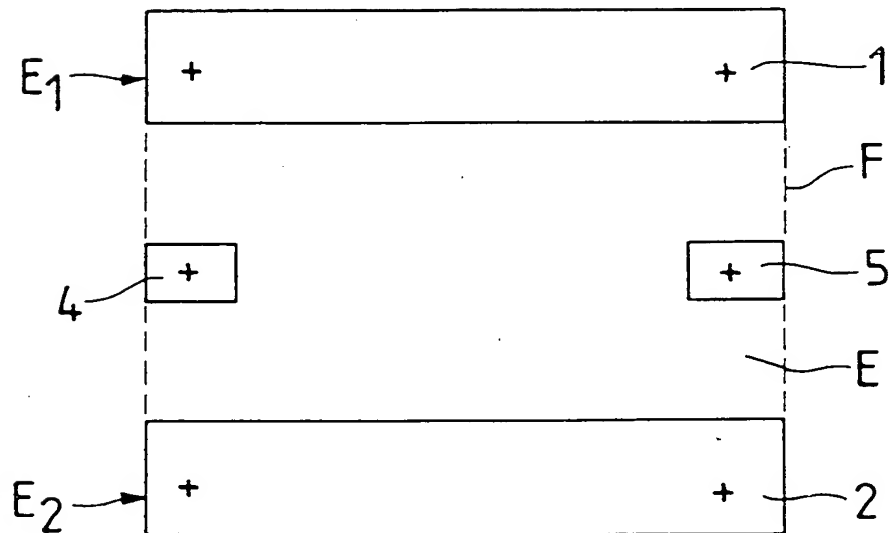


FIG. 2